

Bio-indicateur de la qualité des sols  
basés sur l'étude des peuplements  
de macro-invertébrés

# Introduction

Le sol est une [ressource naturelle](#) plus ou moins renouvelable selon les contextes biogéographique et dans le temps. Dans la plupart des régions les sols se sont dégradés et de nombreux [polluants](#) ([métaux lourds](#), [métalloïdes](#), polluants organiques, [pesticides](#), [radionucléides](#), [eutrophisants](#)... s'y sont accumulés, en étant susceptibles d'affecter le fonctionnement écologique des sols, et la [santé publique](#), via la [chaîne alimentaire](#) ([bioturbation](#), [bioaccumulation](#)).



Les sols sont notamment le support de l'agriculture, qui peut contribuer à les dégrader par le labour et un usage intensif d'engrais et pesticides, un manque de retour de matière organique (perte d'humus) ainsi que - dans le cas des sols limoneux fragiles - par l'utilisation d'engins agricoles trop lourds (tassement et asphyxie)

# DES FONCTIONS BIOLOGIQUES POUR DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

## Recyclage des nutriments

Capture  
Dynamique  
Biodisponibilité N et P  
Fixation N

*Ingénieurs chimiques*



*Microorganismes*

## Transformations du carbone

Décomposition  
Dynamique de la MO

*Ingénieurs de la litière*

*Méso- et macrofaune*



**Organismes  
du sol**

*Macrofaune (et racines)*



**Maintien de la  
structure du sol**  
Rétention en eau  
Infiltration de l'eau  
Fourniture d'habitats  
Erosion

*Ingénieurs du sol*

**Régulation des populations**  
Contrôle des bioagresseurs

*Bioagresseurs*

*Microfaune*



# **INDICE BIOLOGIQUE DE LA QUALITE DES SOLS (IBQS)**

**Bio-indicateur de la qualité des sols basés  
sur l'étude des peuplements de macro-  
invertébrés**

L'Indice Biologique de Qualité des Sols (IBQS) est basé sur l'étude de l'ensemble des peuplements de macro-invertébrés du sol comme bioindicateurs de son état physique, chimique et écologique.

Ces organismes participent activement au fonctionnement du sol en lui permettant de rendre un ensemble de services écosystémiques essentiels pour la planète.

Les macro-invertébrés du sol sont en contact permanent avec ce milieu où ils vivent, se nourrissent et se reproduisent. Ils occupent une grande diversité d'habitats et possèdent des modes de vie très variés. De ce fait, ils sont capables d'intégrer les changements de l'environnement dans le temps et dans l'espace et d'y répondre avec un degré d'intensité variable dépendant de leur mode de vie.

## 1-Protocole d'échantillonnage

Sur le terrain, trois zones de prélèvements sont délimitées au niveau du site étudié. Au sein de chacune de ces zones, 10 points de prélèvements sont déterminés. Au niveau de chaque point de prélèvement (les macro-invertébrés sont échantillonnés), on utilise un matériel simple et peu coûteux et qui combine l'extraction chimique (eau formolée) et le tri manuel du sol.

Une fois au laboratoire les échantillons sont nettoyés et les principaux ordres de macroinvertébrés sont séparés et dénombrés. Les individus sont stockés dans de l'alcool à 70% et identifiés par la suite jusqu'au niveau taxonomique des espèces.

## 2- calcul l'Indice Biologique de Qualité des Sols, l'IBQS.

L'indice se calcule en fonction de l'abondance moyenne des taxons **indicateurs** présents dans les échantillons (**Di**) et en fonction du **pouvoir indicateur (Si) des taxons indicateurs**. Les taxons indicateurs sont au nombre de 22, ils ont été choisis en fonction de leur sensibilité aux perturbations. En fonction de celle-ci, un pouvoir indicateur leur a été attribué Celui-ci est d'autant plus petit que le taxon est sensible aux perturbations.

L'IBQS se calcule selon la formule suivante :

$$\text{IBQS} = \sum \text{Ln} (\text{Di}+1) \times \text{Si}$$



| Groupe taxonomique    | Famille               | Valeur indicatrice |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Gastéropodes          | arionidae             | 52                 |
| Gastéropodes          | cochlicopidae         | 67                 |
| Gastéropodes          | endodontidae          | 60                 |
| Isopodes              | trichoniscidae        | 68                 |
| Isopodes              | oniscidae             | 62                 |
| Pseudoscorpions       | neobisiidae           | 80                 |
| Chilopodes            | lithobiidae           | 58                 |
| Chilopodes            | cryptopidae           | 63                 |
| Chilopodes            | henicopidae           | 73                 |
| Diplopodes            | polydesmidae          | 58                 |
| Diplopodes            | glomeridae            | 60                 |
| Coléoptères           | lathridiidae          | 73                 |
| Coléoptères           | hydophilidae          | 75                 |
| Coléoptères           | coccinelidae          | 75                 |
| Oligochètes           | lumbricidae épigés    | 54                 |
| Oligochètes           | lumbricidae anéciques | 45                 |
| Aranea                | araneidae             | 56                 |
| Aranea                | tetragnatidae         | 90                 |
| Aranea                | thomisidae            | 52                 |
| Aranea                | agelenidae            | 80                 |
| Aranea                | hahniidae             | 80                 |
| Lépidoptères (larves) |                       | 57                 |

Grâce à l'IBQS calculé on attribue une note sur 20 aux sols échantillonnés en utilisant le tableau de calibrage suivant:

| IBQS                | Note  | Classe de Qualité | Qualification |
|---------------------|-------|-------------------|---------------|
| <282-685            | 1-4   | I                 | Mauvaise      |
| 686-1089            | 5-8   | II                | Moyenne       |
| 1090-1492           | 9-12  | III               | Bonne         |
| 1492-1997           | 13-17 | IV                | Très bonne    |
| 1998-2300 (ou plus) | 18-20 | V                 | Optimal       |

## 2-Bio-indicateurs d'effets Indices Nématodes

### **Principe de l'indicateur :**

Les indices Nématodes sont des bio-indicateurs d'effets et d'impacts mesurés in situ. Ils sont basés sur l'analyse de la nématofaune qui est la communauté des nématodes du sol. Ces organismes sont des vers microscopiques (de l'ordre d'1 mm de longueur) ubiquistes et abondants qui sont sensibles aux conditions du milieu et aux perturbations physiques ou chimiques.

Par conséquent, les indices Nématodes renseignent sur l'état biologique du sol et sa biodiversité.

## Prélèvements et mesures :

L'analyse nématofaunique est réalisée à partir d'échantillons composites de sol de 300 à 500 g. Le prélèvement de sol est simple (carottages dans la strate 0-20 cm du sol) . L'échantillonnage peut se faire toute l'année ; le printemps et l'automne sont cependant les périodes les plus favorables. Les organismes sont extraits du sol, dénombrés et identifiés afin d'obtenir un tableau d'abondances des différents types de nématodes qui sert de base pour le diagnostic.



## Résultats :

Chaque sol est caractérisé par les abondances des différents groupes fonctionnels de nématodes et par des indices nématofauniques reflétant le fonctionnement biologique du sol. Dans le contexte des sites et sols pollués, on s'intéresse particulièrement à l'indice de structure (SI), qui reflète la stabilité du milieu : plus il est élevé, moins le milieu est perturbé. Par ailleurs, plus les abondances des différents groupes fonctionnels sont élevées, plus l'activité biologique du sol est importante et satisfaisante.

| État biologique          | Etat satisfaisant | Etat intermédiaire | Etat dégradé |
|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Indice de structure (SI) | >50               | 20 à 50            | et <20       |

N.B :Abondance des nematodes phytophages ,des nematodes microbivores et des nematodes omnivores et carnivores

### 3-Bio-indicateurs d'accumulation chez les Escargots

#### **Principe de l'indicateur :**

Les escargots se nourrissent de végétaux, de sol et d'humus. Leur capacité à accumuler des contaminants comme les métaux a été utilisée pour révéler la contamination des milieux à l'interface sol-air-végétaux. Les escargots sont importants pour de nombreux consommateurs (vers luisant, oiseaux, hérisson et l'homme). L'indice SET-Escargots est un indicateur de la biodisponibilité des contaminants métalliques des sols. On dispose des escargots d'origine et d'âge connus dans des cages sur le terrain puis on analyse après 28 jours d'exposition les concentrations en métaux accumulés.



## **Prélèvements et mesures :**

On place des escargots subadultes issus de l'élevage dans des cages (15 escargots/ cage ; cage = cylindres en acier inoxydable, 25 cm de diamètre, 25 cm de hauteur). Ils sont humidifiés (pour les réveiller) quelques heures avant d'être placés dans les microcosmes où ils sont exposés au sol ainsi qu'aux végétaux ayant poussé sur le site et à l'air ambiant pendant 28 jours. Des morceaux de tuiles sont mis dans la cage en guise d'abris. On ferme la cage avec une grille (inox) et on la maintient avec des piquets (inox). Après 28 jours d'exposition, les escargots sont remis dans les boîtes de stockage et envoyés au laboratoire pour analyses. Les concentrations des contaminants sont mesurées dans les tissus mous (viscères). Pour les contaminants métalliques, on analyse 6 escargots prélevés après 28 jours d'exposition sur le terrain par ICP-MS après digestion en milieu acide. Pour d'autres contaminants (pesticides, HAP, PCB, dioxines...) des masses plus importantes de tissus peuvent être nécessaires ; dans ce cas les 15 escargots seront analysés

## Résultats :

L'interprétation des résultats de l'indicateur se fait par comparaison avec des concentrations internes de références. Les 14 contaminants métalliques disponibles sont : As, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Tl, Zn. Cet indice reflète l'écart entre les teneurs mesurées dans les escargots exposés sur le site contaminé et les valeurs mesurées dans des escargots exposés sur site non contaminé.

|                    |                         |                           |                 |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|
| Etat de transferts | Aucun transfert anormal | Transfert faible à modéré | Transfert élevé |
| Indice             | 0 à 1                   | 1 à 5                     | > 5             |